Министерство образования и науки Челябинской области

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**Методические рекомендации**

**к выполнению лабораторных и практических работ**

по МДК 02.03 "Наладка электрооборудования"

ПМ.02 "Организация и выполнение работ по монтажу и наладке

электрооборудования промышленных и гражданских зданий"

для специальности 08.02.09

“Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования

промышленных и гражданских зданий”

ФП «ПРОФЕССИОНАЛИТЕТ»

Челябинск

2022

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | |  |  |
| Методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.02 «Организация и выполнение работ по монтажу и наладке  электрооборудования промышленных и гражданских зданий» | ОДОБРЕНА  Предметной (цикловой)  комис­сией  протокол №  от «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 г.  Председатель ПЦК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С.А.Чиняева | УТВЕРЖДАЮ  Заместитель директора по НМР  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.Ю.Крашакова  «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 г |

## Составитель: Чиняева С.А. – преподаватель Челябинского монтажного колледжа

Рецензент: Пережогин А.А.. – главный инженер «УК ЮУЭМ-два»

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Пояснительная записка | 4 |
| Перечень лабораторных и практических работ | 5 |
| Требования к содержанию отчета | 6 |
| Критерии оценки отчетных работ | 6 |
| Образец титульного листа | 7 |
| Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ | 8 |
| **Лабораторная работа №1** Изучение измерительных приборов для наладочных работ | 9 |
| **Лабораторная работа №2**  Работа магнитного пускателя в не реверсивной и реверсивной схемах управления асинхронным двигателем | 10 |
| **Лабораторная работа №3**  Снятие времятоковой характеристики электротеплового реле | 16 |
| **Лабораторная работа №4**  Снятие времятоковой характеристики автоматического воздушного выключателя | 18 |
| **Лабораторная работа №5**  Определение коэффициента возврата электромагнитного реле переменного тока | 21 |
| **Лабораторная работа №6**  Определение коэффициента возврата электромагнитного промежуточного реле переменного напряжения | 23 |
| **Практическая работа № 1** Оформление приемосдаточной документации по результатам испытания аппаратов до 1000 В. | 25 |
| **Лабораторная работа №7**  Определение погрешности трансформатора тока | 35 |
| **Лабораторная работа №8**  Определение погрешности трансформатора напряжения | 37 |
| **Практическая работа № 2**Изучение способов сушки изоляции трансформаторов | 40 |
| **Практическая работа № 3**Оформление приемосдаточной документации по результатам испытания силовых трансформаторов | 54 |
| **Практическая работа № 4**Оформление приемосдаточной документации по результатам проверки измерительных трансформаторов | 61 |
| **Практическая работа № 5**Оформление приемосдаточной документации по результатам испытания электрических машин | 64 |
| **Лабораторная работа №9**  Программирование и работа микропроцессорного блока управления защиты асинхронного двигателя | 67 |
| Список литературы | 73 |

**Пояснительная записка**

Методические рекомендации предназначены для выполнения лабораторных и практических работ по МДК 02.03 «Наладка электрооборудования» по темам: 3.1 Общие вопросы испытания и наладки электрооборудования, 3.2 Наладка аппаратов напряжением до 1000 В, 3.3 Испытание и наладка электрооборудования подстанций, 3.4 Наладка электрических машин, 3.5 Наладка электроприводов .

Целью проведения лабораторных и практических работ является подтверждение, закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков по организации и выполнению работ по наладке электрооборудования.

В учебном пособии дан перечень лабораторных и практических работ по соответствующим темам, содержание и порядок выполнения работ, контрольные вопросы по каждой работе.

Пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения для работы в аудитории.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и рабочей программой профессионального модуля ПМ.02 Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий с учетом требований работодателей к выпускнику.

Темы лабораторных и практических работ представлены в соответствии с порядком их изучения в теоретическом блоке МДК 02.03 и позволяет сформировать профессиональную компетенцию:

***ПК 2.3.*** Организовывать и производить наладку и испытания устройств электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

Количество учебных часов соответствует программе. Преподавание МДК 02.03 имеет практическую направленность и проводится в тесной взаимосвязи с дисциплинами профессионального цикла и междисциплинарными курсами: электротехника, основы электроники, МДК 01.01 Электрические машины, МДК 01.02 Электрооборудование промышленных и гражданских зданий, МДК 02.01.Монтаж электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

В результате изучения студент должен:

знать

- методы организации проверки и настройки электрооборудования;

- нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования;

- перечень документов, входящих в проектную документацию.;

уметь

- выполнять приемо-сдаточные испытания;

- оформлять протоколы по завершению испытаний;

- выполнять работы по проверке и настройке электрооборудования.

**Перечень лабораторных и практических работ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Название работы | Количество часов |
| 1 | Изучение измерительных приборов для наладочных работ | 2 |
| 2 | Работа магнитного пускателя в не реверсивной и реверсивной схемах управления асинхронным двигателем | 4 |
| 3 | Снятие времятоковой характеристики электротеплового реле | 2 |
| 4 | Снятие времятоковой характеристики автоматического воздушного выключателя | 2 |
| 5 | Определение коэффициента возврата электромагнитного реле переменного тока | 2 |
| 6 | Определение коэффициента возврата электромагнитного промежуточного реле переменного напряжения | 2 |
| 7 | Оформление приемосдаточной документации по результатам испытания аппаратов до 1000 В. | 4 |
| 8 | Определение погрешности трансформатора тока | 2 |
| 9 | Определение погрешности трансформатора напряжения | 2 |
| 10 | Изучение способов сушки изоляции трансформаторов | 2 |
| 11 | Оформление приемосдаточной документации по результатам испытания силовых трансформаторов | 2 |
| 12 | Оформление приемосдаточной документации по результатам проверки измерительных трансформаторов | 2 |
| 13 | Оформление приемосдаточной документации по результатам испытания электрических машин | 2 |
| 14 | Программирование и работа микропроцессорного блока управления защиты асинхронного двигателя | 4 |
| Итого | | 34 |

**Требования к содержанию отчета**

Каждая отчетная работа должна содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Схемы опытов.
4. Необходимые формулы и расчеты.
5. Таблицы с результатами замеров и расчетов.
6. Графики и диаграммы, построенные по результатам замеров и расчетов, если это требуется по заданию.
7. Выводы по работе.
8. Ответы на контрольные вопросы.

Схемы вычерчиваются в соответствии с требованиями ГОСТ с помощью условных обозначений. Графическая часть отчета (схемы, таблицы, графики) выполняются карандашом с применением чертежных инструментов. Отчет можно выполнять в рукописном варианте или с применением ПК.

**Критерии оценки отчетных работ**

|  |  |
| --- | --- |
| Критерии | Оценка |
| Графическая часть работы выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ, приведены порядок расчетов и результаты расчетов в таблицах, построены все графики, указаны единицы измерения | Отлично |
| Графическая часть работы выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ, порядок расчетов приведен не полностью, результаты расчетов в таблицах присутствуют, построены все графики, указаны не все единицы измерения | Хорошо |
| Графическая часть работы выполнена не в соответствии с требованиями ГОСТ, не приведен порядок расчетов, только результаты расчетов в таблицах, построены все графики, не указаны единицы измерения | удовлетворительно |

**Правила техники безопасности при выполнении**

**лабораторных работ:**

• студент, находясь в лаборатории, должен **быть**  **предельно дисциплинированным и внимательным**; находиться непосредственно у исследуемой лабораторной установки;

1. **запрещается** подходить к другим установкам, распределительным щитам и пультам и делать на них какие-либо включения или переключения; включать схему под напряжение, если кто-нибудь касается ее неизолированной токоведущей части; производить какие-либо пересоединения в схеме, находящейся под напряжением; во время работы электрической машины касаться вращающихся частей или наклоняться к ним близко; оставлять без наблюдения лабораторную установку или отдельные приборы под напряжением;
2. при перемещениях движков и рукояток пускорегулирующей аппаратуры **необходимо следить** за тем, чтобы рука была в соприкосновении только с изолированной рукояткой;
3. **одежда** студента **не должна** иметь свободно свисающих концов шарфов, косынок, галстуков и т. п., а прическа или головной убор должны исключать возможность «свисания» прядей волос.

## Министерство образования и науки Челябинской области

## Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

## «Южно-Уральский государственный технический колледж»

## **ОТЧЕТ**

## По лабораторным работам по МДК 02.03

## **«Наладка электрооборудования»**

## специальность 08.02.09

## «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования

## промышленных и гражданских зданий»

## 

## 

## Выполнил: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Группа: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Проверил: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## 

## Челябинск

## 20\_\_\_

**Лабораторная работа №1**

**Изучение измерительных приборов для наладочных работ**

**Цель работы:**

Изучить принцип действия и область применения измерительных приборов в наладочных работах, условные обозначения на лицевой стороне прибора, научиться определять цену деления прибора и чувствительность.

В результате выполнения работы студент должен:

**знать** - типы измерительных приборов;

**уметь** - измерять различные величины.

**Ход работы:**

1. Изучить условные обозначения на лицевой часть прибора, заполнить таблицу 1.

Приборы: амперметр, вольтметр, ваттметр, частотомер, мегаомметр, фазометр, мультиметр.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование прибора | Тип | Система измерительного механизма | Класс точности | Способ установки | Вид шкалы | Пределы измерения | Диапазон показаний |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

2. Определить цену деления прибора для равномерной частим шкалы С=

3. Изучить конструкцию измерительного механизма, описать его основные части и их назначение.

4. Указать область применения прибора - для измерения каких величин используется и для каких испытаний.

5. Измерить сопротивление изоляции Rиз =.

Контрольные вопросы:

1. Какими способами можно расширить пределы измерения прибора?

2. Укажите преимущества и недостатки электронных измерительных приборов.

**Лабораторная работа №2**

**РАБОТА МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ В НЕРЕВЕРСИВНОЙ И РЕВЕРСИВНОЙ СХЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ**

**Цель работы:**

Ознакомиться с аппаратами, входящими в состав магнитного пускателя, схемой их соединения. Научиться собирать схему магнитного пускателя и проверить правильность её работы.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

***знать: -*** устройство и принцип действия магнитных пускателей.

***уметь: -*** включать в схему магнитные пускатели.

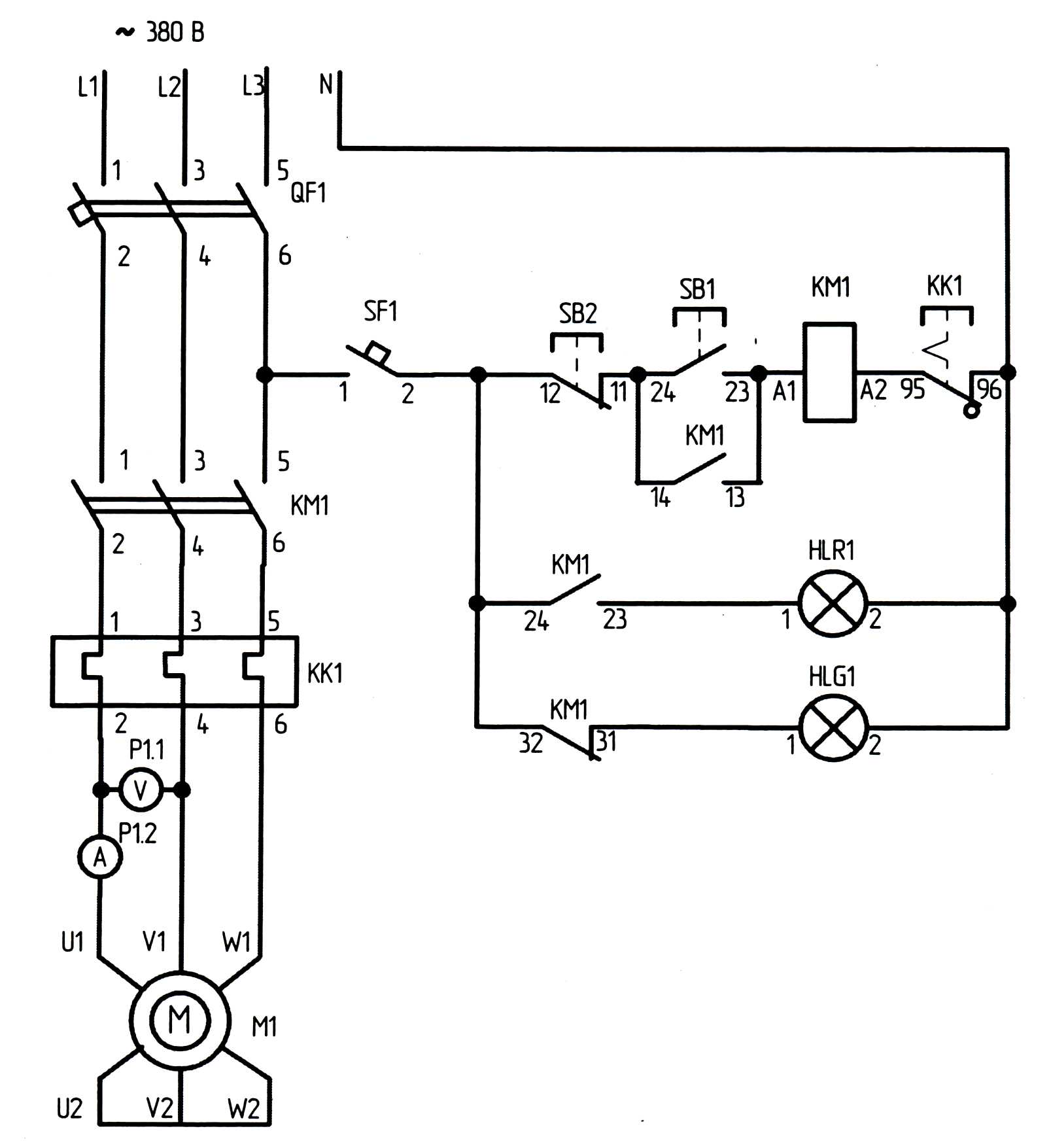
**Ход работы**

1. Убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания, перечень устройств представлен в таблице 2.

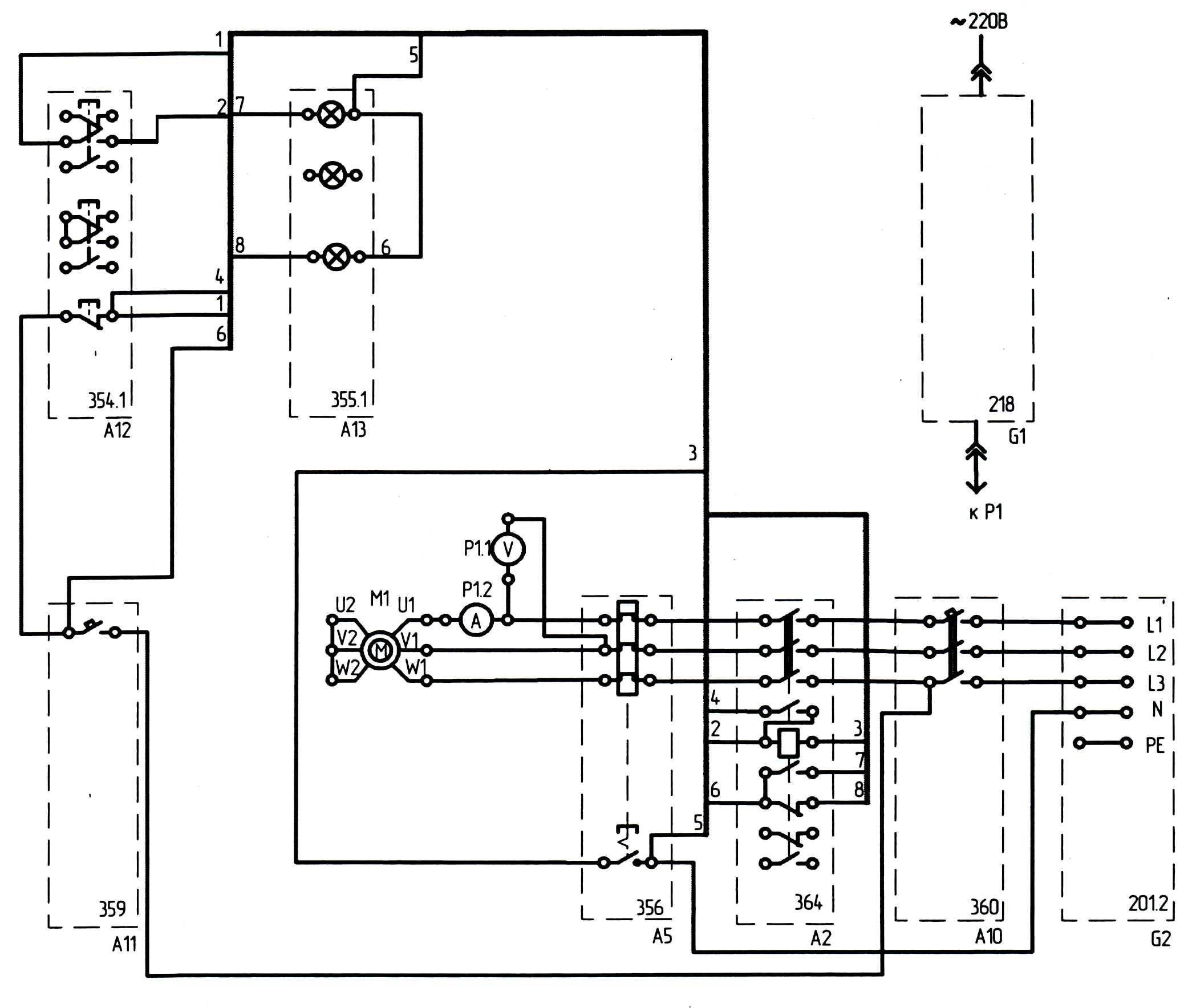
Таблица 2- Перечень устройств

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Код | Параметры |
| G1 | Однофазный источник питания | 218 | ~ 220 В / 16 A |
| G2 | Трёхфазный источник питания | 201.2 | ~ 400 В / 16 А |
| М1 | Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором | 106 | 120 В / ~ 380 В / 1500 об/мин |
| А2 | Контактор | 364 | ~ 380 В / 10 А |
| А5 | Электротепловое реле | 356 | ~ 660 B / 10 A / уставка 0,42…0,58 А |
| А10 | Автоматический трёхполюсный выключатель | 360 | ~ 440 B / 10 A |
| А11 | Автоматический однополюсный выключатель | 359 | ~ 230 B / 0,5 А |
| А12 | Кнопочный пост управления | 354.1 | ~ 500 B / 10 А / 3 кнопки |
| А13 | Блок световой сигнализации | 355.1 | ~ 220 В / 3 лампы |
| Р1 | Блок мультиметров | 508.2 | 3 мультиметра  ~ 0…1000 В /  ~ 0…10 А /  0…20 МОм |

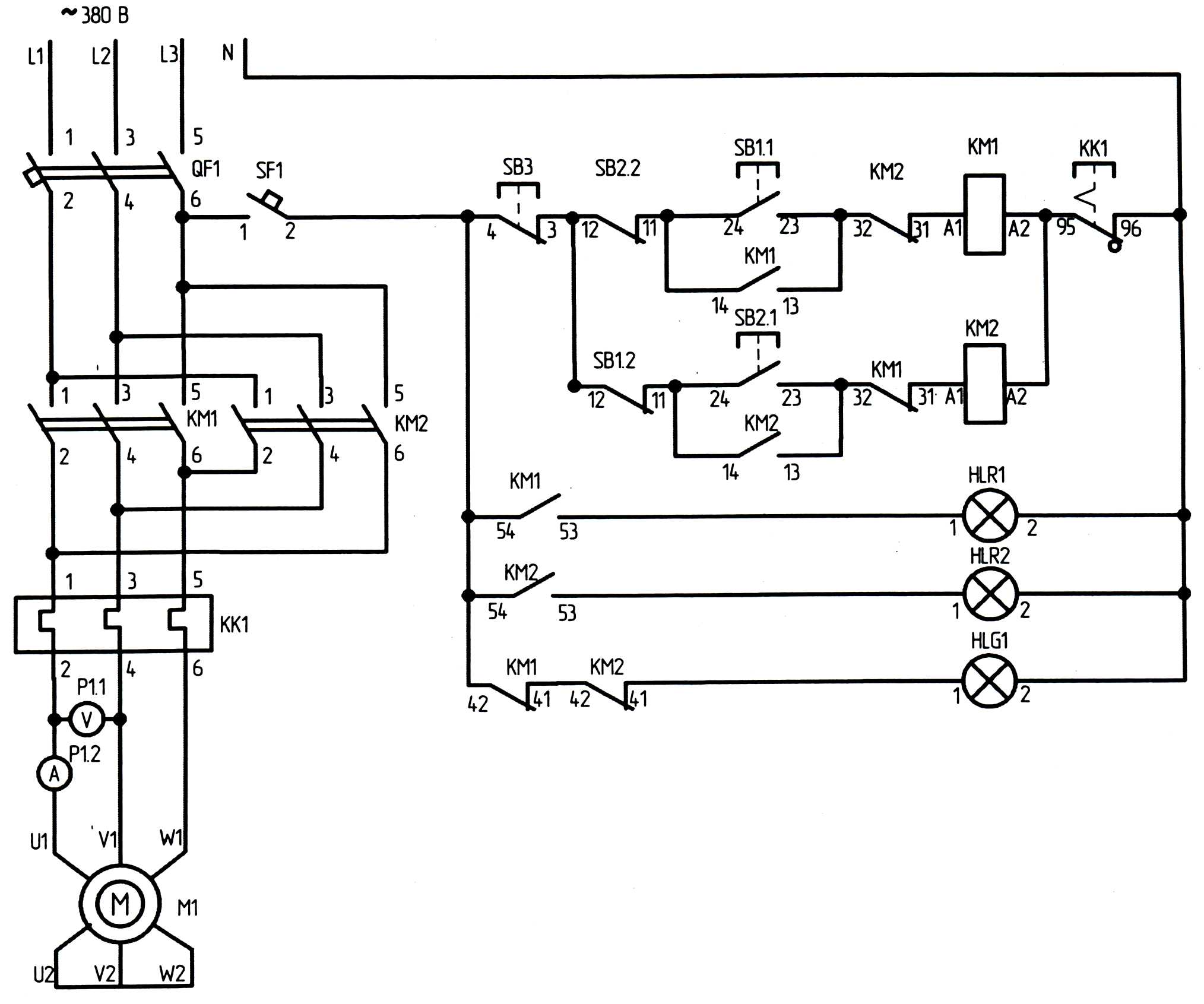
1. Соединить гнёзда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» трёхфазного источника питания G1.
2. Соединить аппаратуру в соответствии со схемами электрических соединений, представленных на рисунках 1,3 или монтажных на рисунках 2,4.

****

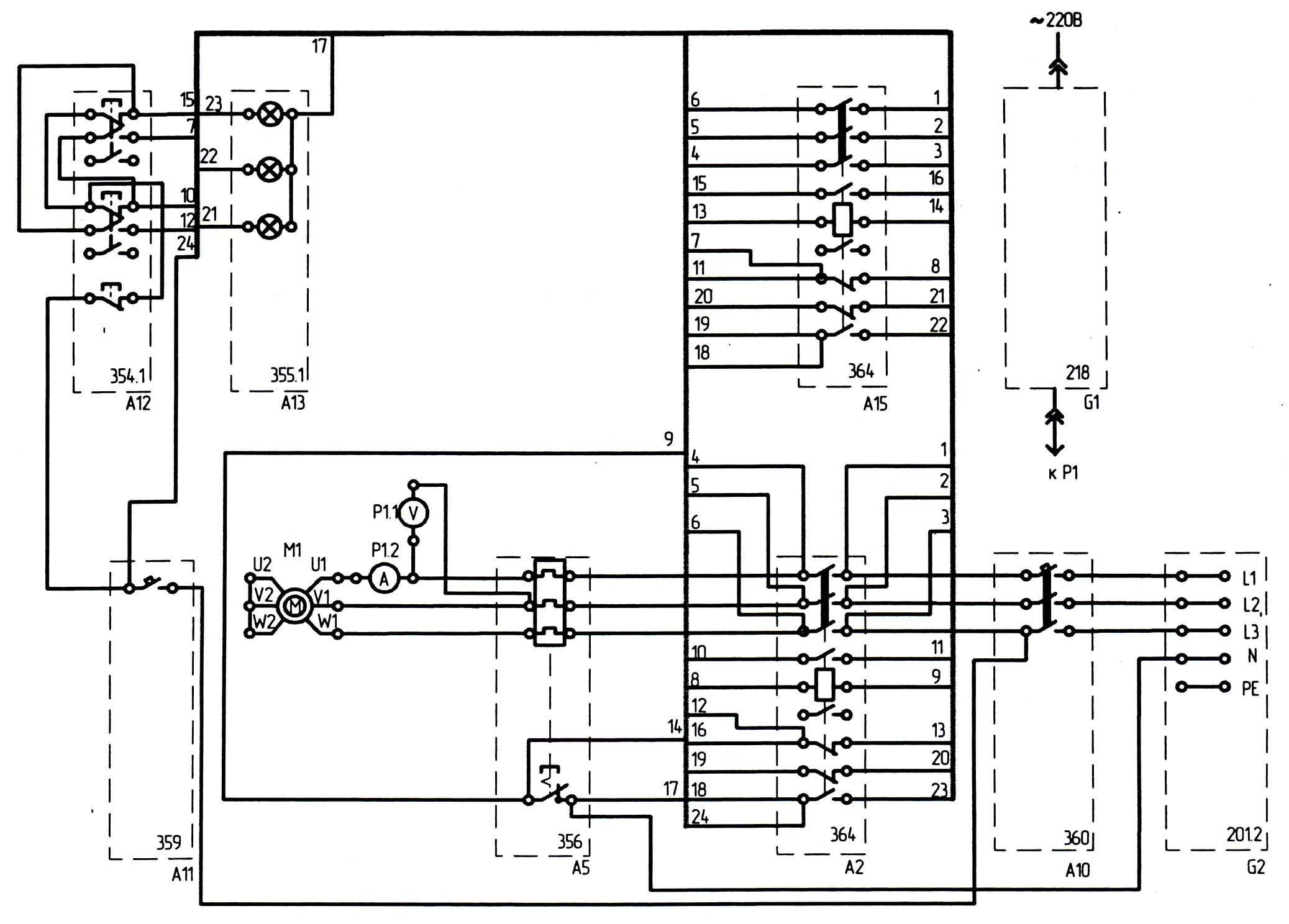
**Рисунок 1 -**Электрическая схема соединений нереверсивного пускателя



**Рисунок 2-**Монтажная схема подключения нереверсивного пускателя

****

**Рисунок 3-**Электрическая схема соединений реверсивного пускателя

****

**Рисунок 4-**Монтажная схема подключения реверсивного пускателя

4. Включите автоматический выключатель и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

5. Включите выключатель <<СЕТЬ>> блока мультиметров Р1.

6. Активируйте используемые мультиметры Р1.1 и Р1.2.

7. Включите источник G2. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.

8. Включите выключатель А10.

9. Включите выключатель А11. В результате загорится зеленая лампа блока А13, сигнализирующая о готовности двигателя М1 к пуску.

10. Нажмите верхнюю кнопку поста управления А12. В результате произойдёт прямой пуск двигателя М1, о чём будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа в блоке А13. Вольтметр Р1.1 и амперметр Р1.2 покажут напряжение и ток двигателя М1. Зелёная лампа в блоке А13 погаснет.

11. Нажмите нижнюю кнопку поста управления А12. В результате произойдёт отключение двигателя М1 от электрической сети и последующий его остановке. Двигатель М1 будет готов к очередному пуску, о чём будет сигнализировать загоревшаяся зелёная лампа в блоке А13. Красная лампа в блоке А13 погаснет.

12. По завершении эксперимента отключите нажатием на кнопку <<красный гриб>> трёхфазный источник питания G2 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные элементы, входящие в состав магнитного пускателя.
2. Назначение и область применения магнитных пускателей.

**Лабораторная работа №3**

**СНЯТИЕ ВРЕМЯТОКОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОГО РЕЛЕ**

**Цель работы**

Ознакомиться со схемой включения электротеплового реле и снять времятоковую характеристику.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**знать -** принцип действия электротеплового реле.

**уметь -** включать электротепловое реле в схему,

- снимать времятоковую характеристику

**Ход работы**

Собрать схему представленную на рисунке 5.

: ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОКА:

И ВРЕМЕНИ

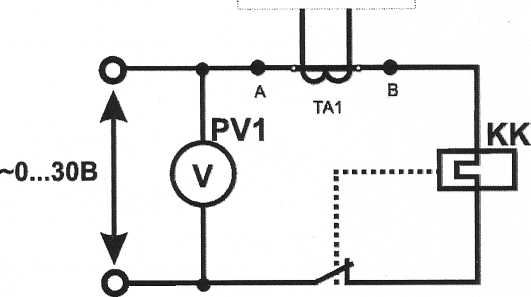


Рисунок 5. Схема включения теплового реле

1. Установить на 0 выходное напряжение на источнике переменного тока, повернув регулировочную ручку против часовой стрелки.
2. Установить уставку теплового реле 1уст=0,42А.
3. Включить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВКА.» на модуле «Однофазный источник питания».
4. Установить выходное напряжение на модуле «Однофазный источник питания» на 8.5В, контролируя вольтметром PV1.
5. Зафиксировать ток и время срабатывания реле в таблицу 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ток срабатывания реле 1, А |  |  |  |  |  |
| Время срабатывания tcp.,c |  |  |  |  |  |
| Кратность тока 1/ 1уст |  |  |  |  |  |

ВНИМАНИЕ! Для полного охлаждения теплового реле между опытами делать перерыв 3-4 мин.

1. Нажать кнопку «ВЫКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».
2. Повторить эксперимент при входном напряжении 9В, 9.5В, 10В, 10.5В, 11 В.
3. Выключить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».
4. По данным эксперимента построить защитную характеристику tcp=f(l).

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите устройство электротеплового реле
2. Расскажите методику настройки теплового реле

**Лабораторная работа №4**

**СНЯТИЕ ВРЕМЯТОКОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОЗДУШНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ**

**Цель работы**

Ознакомится с работой и характеристиками автоматического воздушного выключателя.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**знать -** принцип действия автоматического выключателя.

**уметь -** включать автоматический выключатель в схему;

**-** снимать времятоковую характеристику автоматического выключателя.

**Ход работы**

1. Собрать схему на рисунке 6.

## 

Рисунок 6. Схема включения автоматического воздушного выключателя

1. Представить схему для проверки преподавателю.
2. Установить на 0 выходное напряжение на источнике переменного тока, повернув его регулировочную ручку против часовой стрелки.
3. Установить сопротивление R=10Om на модуле ((Активная нагрузка».
4. Включить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».
5. Включить автоматический выключатель QF модуля «Предохранители и автоматический выключатель».
6. Плавно вращая регулировочную на источнике переменного тока, увеличивать ток нагрузки через автоматический выключатель, установить его на уровне 1 А.
7. Выключить исследуемый автомат и дождаться охлаждения его теплового расцепителя.
8. Включить исследуемый автомат. После срабатывания теплового расцепителя записать показания амперметра и секундомера в таблицу 4.

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1ср, А |  |  |  |  |  |  |
| Ксек |  |  |  |  |  |  |

1. Повторить эксперимент при токах от 1А до 3 А. Между опытами делать перерывы, необходимые для охлаждения теплового расцепителя.
2. Построить времятоковую характеристику теплового расцепителя. Дать оценку защитных свойств автоматического выключателя.
3. Выключить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВЫКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».
4. Ознакомиться со схемой соединений, изображенной на рисунке 7 для исследования расцепителя максимального тока автоматического выключателя. АВ качестве амперметра использовать цифровой мультиметр в режиме измерения переменного тока.

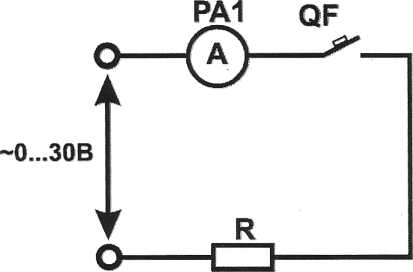


Рисунок 7. Схема включения для исследования теплового расцепителя.

1. Собрать схему на рисунке 7.
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Установить выходное напряжение на источнике переменного тока на 0, повернув его регулировочную ручку против часовой стрелки.
4. Установить указанное преподавателем сопротивление на модуле «Активная нагрузка».
5. Включить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».
6. Включить автоматический выключатель QFмодуля «Предохранители и автоматический выключатель».
7. Плавно, но быстро (не более 1 сек) вращать регулировочную ручку источника переменного тока, увеличивая ток нагрузки через автоматический выключатель, и добиться срабатывания максимальной защиты.
8. Зафиксировать максимальные показания амперметра.
9. Вернуть регулятор источника переменного тока в минимальное положение. Дождаться охлаждения автомата и только после этого включить его снова для проведения следующего эксперимента. Эксперимент провести .

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1ср, А |  |  |  |  |  |
| Среднее  значение |  | | | | |
| Максимальная погрешность, % |  | | | | |

не менее 5 раз. Результаты измерений свести в таблицу 5

1. Выключить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВЫКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».

**Контрольные вопросы:**

* 1. Назовите виды защит, которые обеспечивает автоматический воздушный выключатель.
  2. Назовите основные неисправности автоматов и способы их устранения.

**Лабораторная работа №5**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОЗВРАТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО РЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

**Цель работы**

Ознакомиться со схемой включения электромагнитного реле переменного тока и определить коэффициент возврата.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**знать** - принцип действия электромагнитного реле переменного тока.

**уметь** - включать реле в схему;

* определять коэффициент возврата.

**Ход работы**

1. Ознакомиться со схемой соединений, изображенной на рисунке 8. В качестве вольтметра PV1 подключать цифровой мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения. В качестве амперметра РА1 подключать модуль «Блок измерителя тока и времени».

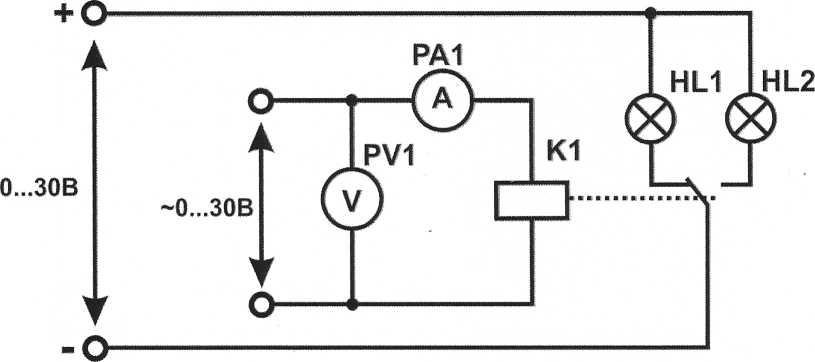


Рисунок 8. Схема электрическая принципиальная

1. Собрать схему на рисунке 8.
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Установить на 0 выходное напряжение на источниках постоянного и переменного тока, повернув их регулировочные ручки против часовой стрелки.
4. Включить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».
5. Установить напряжение (ЗОВ) на источнике постоянного тока, повернув его регулировочную ручку по часовой стрелке.
6. Увеличивать ток нагрузки на источнике переменного тока, медленно вращая регулировочную ручку на модуле «Однофазный источник питания» до значения, при котором сработает реле (индикаторы HL1, HL2 переключатся).
7. В момент срабатывания контактора зафиксировать показания вольтметра PV1 и амперметра РА1.
8. Уменьшать ток нагрузки на источнике переменного тока до момента отпускания реле, медленно вращая регулировочную ручку на модуле «Однофазный источник питания» против часовой стрелки. Зафиксировать ток отпускания Iотп. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра PV1.
9. Зафиксировать результаты . Рассчитать коэффициент возврата Кв и коэффициент запаса Кз. Uном=24 В; Iном=5 А.

Кв = Iотп/ Iср Кв =Uотп/ Uср

Кз = Iном/ Iср Кз =Uном/ Uср

**Контрольные вопросы:**

1. Объясните принцип действия электромагнитного реле
2. Что такое коэффициент возврата реле

**Лабораторная работа №6**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВОЗВРАТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО РЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

**Цель работы**

Ознакомиться со схемой включения электромагнитного промежуточного реле переменного напряжения и определить коэффициент возврата.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**знать** - принцип действия электромагнитного промежуточного реле переменного напряжения.

**уметь -** включать реле в схему;

* определять коэффициент возврата.

**Ход работы**

1. Собрать схему на рисунке 9.
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Установить на 0 выходное напряжение на источниках переменного и постоянного тока, повернув их регулировочные ручки против часовой стрелки.
4. Установить уставку реле напряжения верхнего UустВ и нижнего UустН предела на передней панели реле напряжения. Записать выставленные значения в таблицу 6.
5. Включить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».
6. Установить максимальное напряжение (ЗОВ) на источнике

переменного тока, повернув его регулировочную ручку по часовой стрелке, при этом должна загореться лампочка HL2.

## 

## Рисунок 9 Схема подключения реле.

1. Выставить входное напряжение источника постоянного тока на уровне 15 В, при этом должен гореть красный светодиод реле. Увеличивать напряжение до момента срабатывания реле (загорание зеленого светодиода), зафиксировать величину нижнего порога UbxH.
2. Продолжать увеличивать напряжение до загорания красного

светодиода, зафиксировать величину напряжения верхнего порога UbxB. Результаты занести в таблицу 6.

1. Меняя UbxB,UbxH,на панели реле напряжения провести 4

дополнительных эксперимента. Результаты измерений занести в таблицу 6.

Таблица 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Номинал | Эксперимент | Номинал | Эксперимент |
| УустВ, В | UbxB, В | УустН, В | UbxH, В |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. Выключить дифференциальный автомат и нажать кнопку «ВыКЛ.» на модуле «Однофазный источник питания».

**Контрольные вопросы:**

1. Объясните принцип действия электромагнитного реле
2. Что такое коэффициент возврата реле
3. Назовите области применения промежуточных реле

**Лабораторная работа №7**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА**

**Цель работы**

Ознакомится со схемой включения трансформатора тока и определить его погрешность.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**знать -** назначение трансформатора тока.

**уметь** **-** включать трансформатор тока в схему;

**-** определять погрешность трансформатора тока.

**Ход работы**

1. Убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания, перечень устройств представлен в таблице 7.

Таблица 7- Перечень устройств

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Тип | Параметры |
| G1 | Однофазный источник питания | 218 | ~ 220В / 16А |
| A1 | Регулируемый автотрансформатор | 318.1 | ~ 0…240В / 2А |
| A4 | Однофазный трансформатор | 372 | 120ВА / 220/24В |
| А6 | Сдвоенный реактор | 373 | ~ 220В / 2x5А / 0,005Гн |
| А19 | Трансформатор тока | 403.1 | 1,0/1,0А  Uраб = ~ 660В/  Sн = 5ВА |
| А20 | Реостат | 323.3 | 20Ом / 1,0А |
| Р1 | Блок мультиметров | 508.2 | 3 мультиметра  ~ 0…1000В /  ~ 0…10А /  0…20МОм |

1. Соединить гнёзда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» трёхфазного источника питания А1.
2. Соединить аппаратуру в соответствии с монтажной схемой, представленной на рисунке 10.

4. Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 в крайнее против часовой стрелки положение.

5. Установите сопротивление реостата А20 равным, например, 10 Ом.

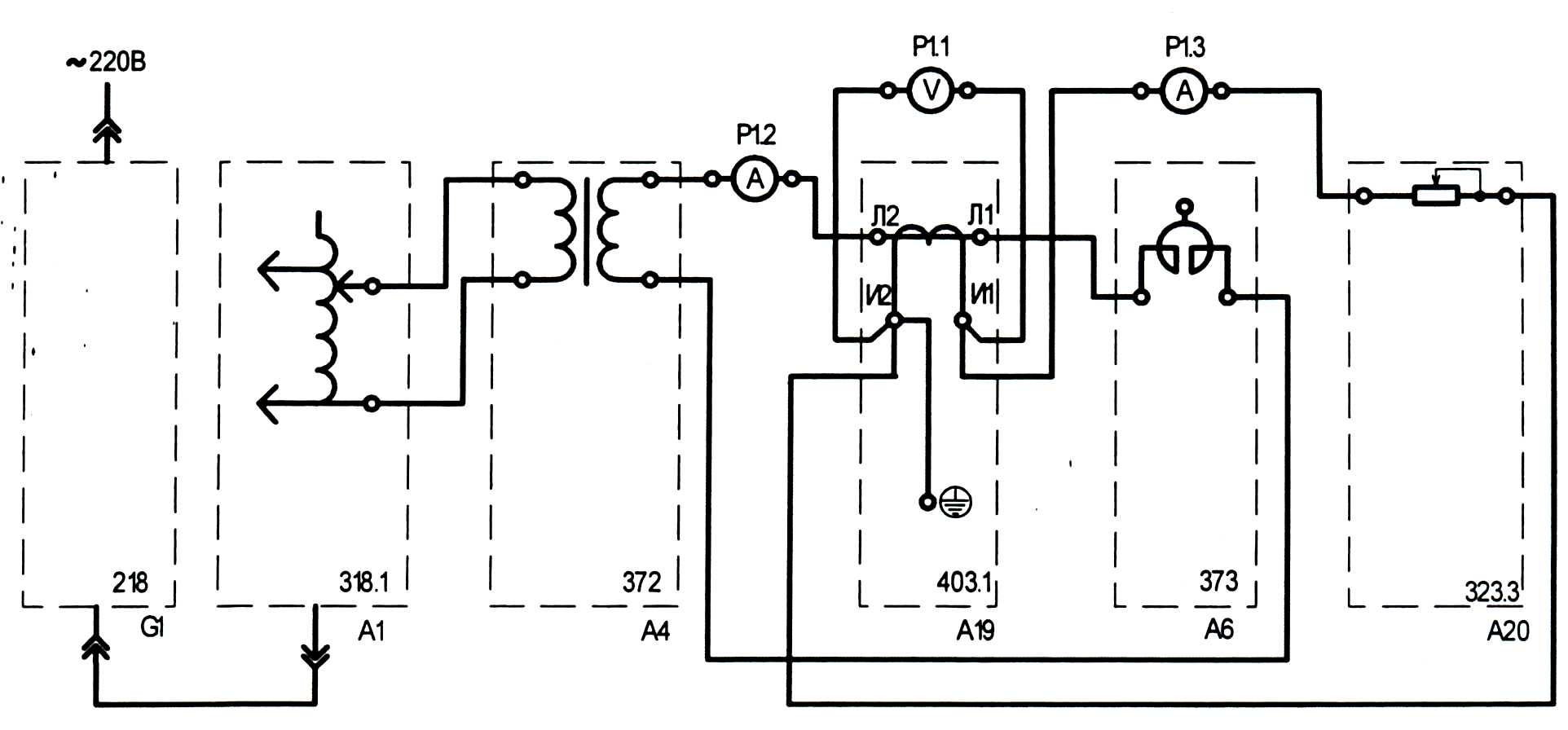
****

Рисунок 10 **-** Монтажная схема

6. Включите автоматический выключатель и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

7. Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров Р1 и автотрансформатора А1.

8. Активизируйте мультиметры блока Р1.

9. Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 по часовой стрелке, установите и зафиксируйте (с помощью амперметра Р1.2) первичный ток **I1** трансформатора тока А19, равным 1,0А.

10. Зафиксируйте с помощью вольтметра Р1.1 и амперметра Р1.3 соответственно напряжение **U2** и ток **I2** вторичной обмотки трансформатора тока А19.

11. Отключите автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

12. Отключите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1 и блока мультиметров Р1.

13. Вычислите нагрузку трансформатора тока А19 по формуле

**S2 = U2 x I2.**

14. Вычислите погрешность трансформатора тока А19 по формуле

**Δ I = (I2/I1-1)100, %.**

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите конструктивные отличия трансформаторов тока

2. Назовите области применения трансформаторов тока

1. Назовите особенности включения трансформаторов тока в электрическую схему

**Лабораторная работа №8**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ**

**Цель работы**

Ознакомится со схемой включения трансформатора напряжения и определить его погрешность.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**знать -** назначение трансформатора напряжения.

**уметь** **-** включать трансформатор напряжения в схему;

**-** определять погрешность трансформатора напряжения.

**Ход работы**

1. Убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания, перечень устройств представлен в таблице 8.

Таблица 8- Перечень устройств

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Тип | Параметры |
| G1 | Однофазный источник питания | 218 | ~ 220В / 16А |
| G2 | Трехфазный источник питания | 201.2 | ~ 400В / 16А |
| A1 | Регулируемый автотрансформатор | 318.1 | ~ 0…240В / 2А |
| A21 | Трансформатор напряжения | 405.1 | 380/127В/  Sн = 30ВА |
| А22 | Активная нагрузка | 306.2 | 127В / 0…80Вт |
| Р1 | Блок мультиметров | 508.2 | 3 мультиметра  ~ 0…1000В /  ~ 0…10А /  0…20МОм |

1. Соединить гнёзда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» трёхфазного источника питания А1.
2. Соединить аппаратуру в соответствии с монтажными схемами, представленными на рисунках 11 и 12.

4. Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 (для схемы 1) в крайнее против часовой стрелки положение.

5. Установите активную А22 равной, например, 50 %.

6. Включите автоматический выключатель и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

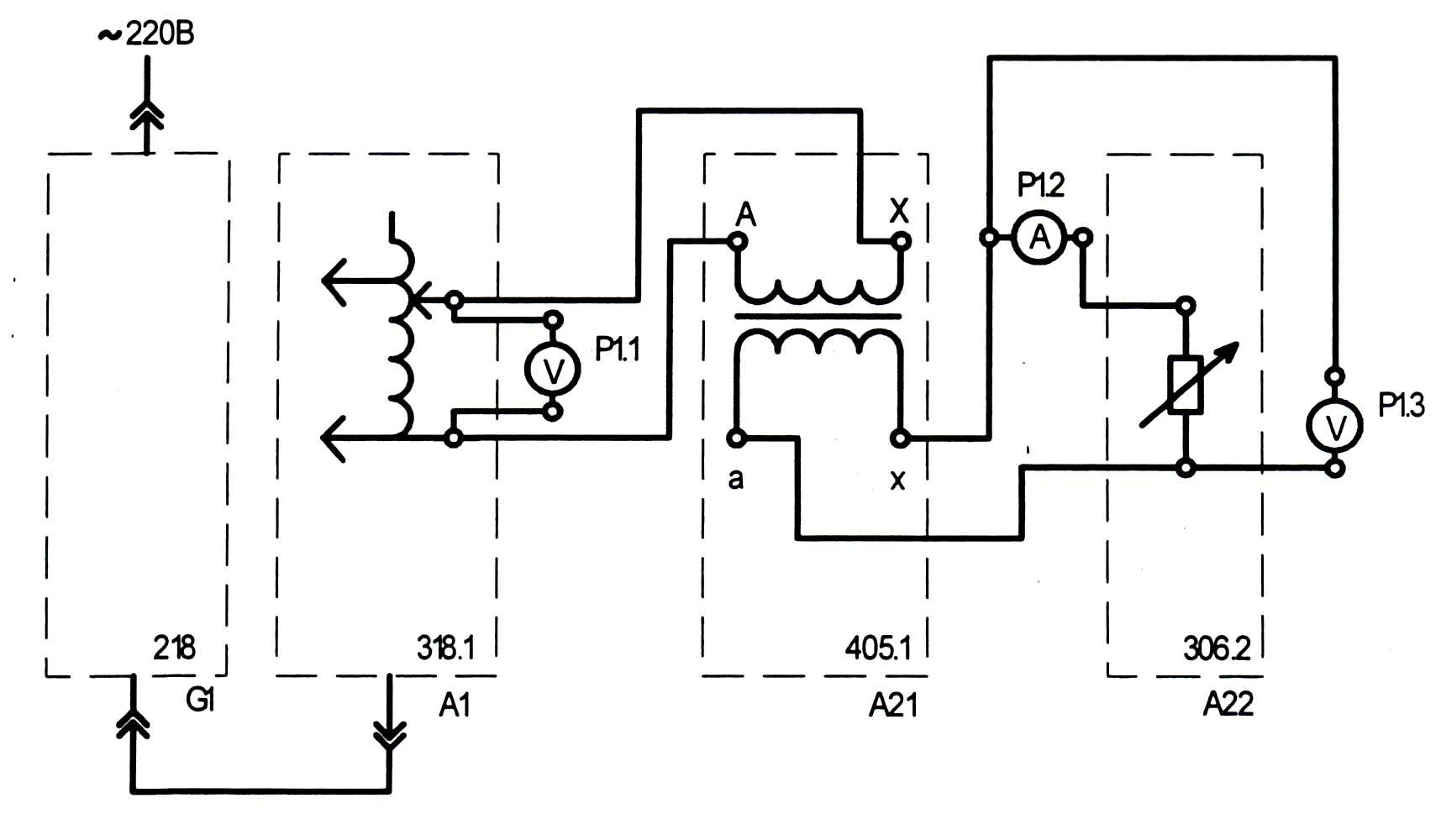
****

Рисунок 11 **- М**онтажная схема

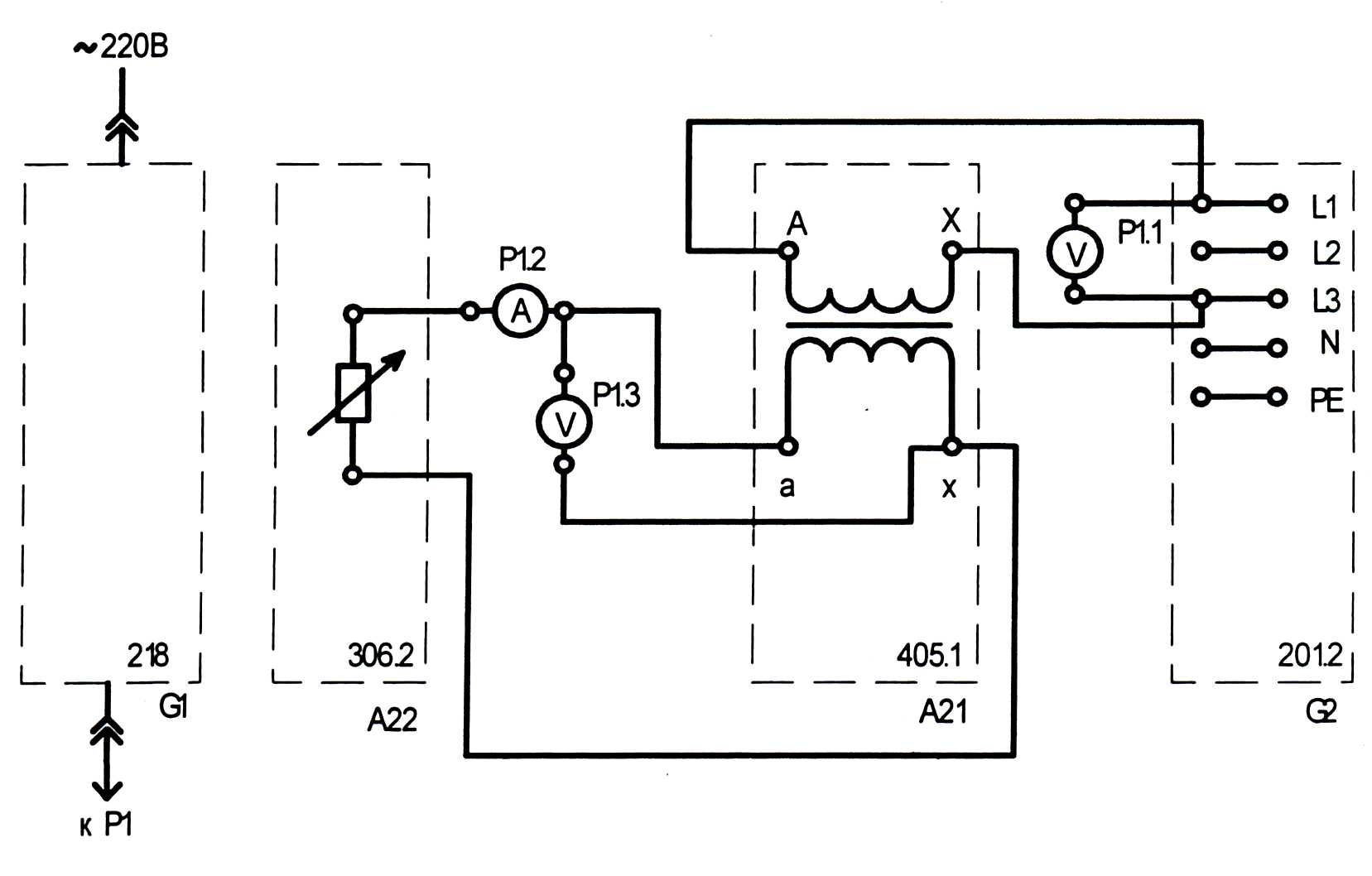
****

Рисунок 12 **-** Монтажная схема

7. Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров Р1 и автотрансформатора А1.

8. Активизируйте мультиметры блока Р1.

9. Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1 (для схемы 1) или включите трехфазный источник питания G2 (для схемы 2).

10. Зафиксируйте (с помощью вольтметра Р1.1) первичное напряжение **U1** трансформатора напряжения А21.

11. Зафиксируйте с помощью вольтметра Р1.3 и амперметра Р1.2 соответственно напряжение **U2** и ток **I2** вторичной обмотки трансформатора напряжения А21.

12. Отключите автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1 (для схемы 1) или трехфазный источник питания G2 (для схемы 2).

13. Отключите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1 (для схемы 1) и блока мультиметров Р1.

14. Вычислите нагрузку трансформатора напряжения А21 по формуле

**S2 = U2 x I2**

15. Вычислите погрешность трансформатора напряжения А21 по формуле

**Δ U = (U2/U1-1)100, %**

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите конструктивные отличия трансформаторов напряжения
2. Назовите области применения трансформаторов напряжения
3. Назовите особенности включения трансформаторов напряжения в электрическую схему

**Лабораторная работа №9**

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ И РАБОТА МИКРОПРОЦЕССОРНОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**Цель работы**

Ознакомится с работой и выполнить программирование микропроцессорного блока управления и защиты асинхронного двигателя.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

**знать: -** возможности микропроцессорного блока управления.

**уметь:** **-** включать микропроцессорный блок в схему;

**-** осуществлять программирование микропроцессорного блока.

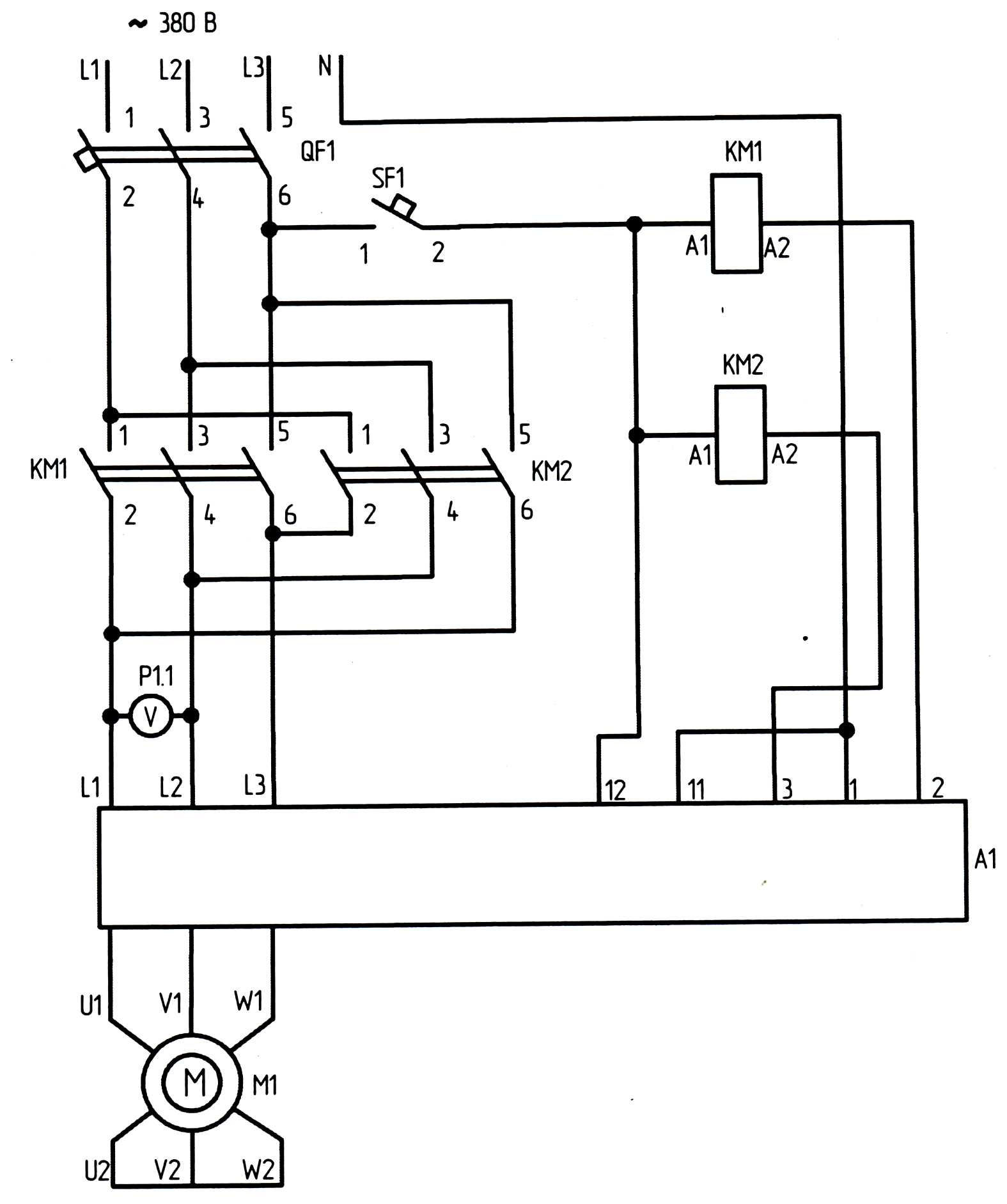
**Ход работы**

1. Убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания, перечень устройств представлен в таблице 16.

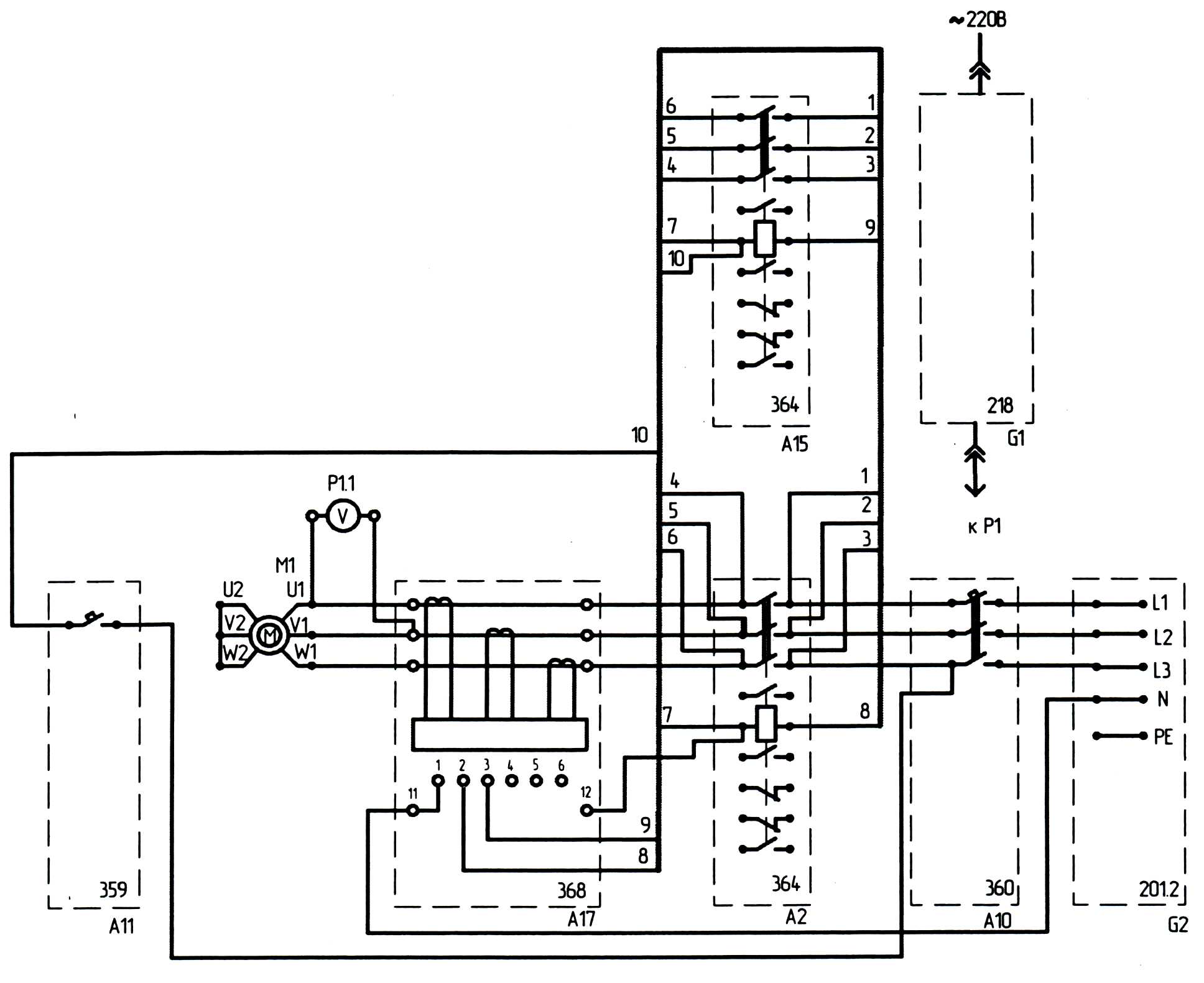
Таблица 16- Перечень устройств

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Тип | Параметры |
| G1 | Однофазный источник питания | 218 | ~ 220В / 16А |
| G2 | Трехфазный источник питания | 201.2 | ~ 400В / 16А |
| М1 | Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором | 106 | 120Вт /~ 380В /  1500 мин |
| A2, А15 | Контактор | 364 | ~ 380В / 10А |
| А10 | Автоматический трехполюсный выключатель | 360 | ~ 440В / 10А |
| А11 | Автоматический однополюсный выключатель | 359 | ~ 230В / 0,5А |
| А17 | Блок управления и защиты асинхронного двигателя | 368 | Номинальное  напряжение / ток  двигателя:  ~ 380В / 0,1…1А;  коммутируемое  напряжение / ток:  ~ 220В / 8А |
| Р1 | Блок мультиметров | 508.2 | 3 мультиметра  ~ 0…1000В /  ~ 0…10А /  0…20МОм |

1. Соединить гнёзда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» трёхфазного источника питания А1.
2. Соединить аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, представленной на рисунке 19 или монтажной схемой, представленной на рисунке 20.

****

**Рисунок 19 -** Схема электрических соединений

****

**Рисунок 20 -** Монтажная схема

4. Включите автоматический выключатель и устройство защитного отключения в однофазном источнике питания G1.

5. Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.

6. Активизируйте используемый мультиметр Р1.1.

7. Включите источник G2. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.

8. Включите выключатель А10.

9. Включите выключатель А11. На мониторе блока А33 высветится надпись «**А.000»,** означающая увеличенное в **100** раз текущее (равное нулю) значение тока в фазе «А» двигателя М1, а также загорится светодиод около надписи **«СТОП»**.

10. Выполните программирование блока управления и токовой защиты асинхронного двигателя. Для чего:

10.1. Проверьте заданные (по умолчанию) номинальные фазные токи двигателя. Для этого нажмите и удерживайте более 2 секунд кнопку « ▲ ». На мониторе должна появиться надпись **«А.042»,** означающая, что для фазы «А» двигателя задан номинальный ток **I1=**0,42А. Нажмите и отпустите кнопку « Р ». На мониторе должна появиться надпись **«В.042»,** означающая, что для фазы «В» двигателя задан номинальный ток **I1**=0,42А. Еще раз нажмите и отпустите кнопку « Р ». На мониторе должна появиться надпись **«С.042»,** означающая, что для фазы «С» двигателя задан номинальный ток **I1**=0,42А.

10.2. При необходимости изменения номинального тока конкретной фазы, прежде всего, кнопкой « Р » выберите эту фазу. Затем кнопкой «◄ » вызовите мигание нужного разряда на мониторе и кнопкой « ▲ » установите в этом разряде требуемую цифру (от 0 до 9). Устанавливаемое трехразрядное число (от 1 до 250) должно быть равно увеличенному в 100 раз значению номинального тока фазы. Например, для установки номинального тока **I1**=1,25А следует установить число 125. После установки числа запишите его в память монитора. Для этого нажмите и отпустите кнопку « Р ».

10.3. Вернитесь в **основное меню.** Для этого нажмите кнопку « □ ». На мониторе должна отобразится надпись **«А.000».**

10.4. Введите параметры защиты двигателя.

10.4.1. Нажмите и удерживайте более 2 секунд кнопку « Р ». На мониторе отобразится надпись **«I250»,** означающая, что задан ток перегрузки **I2 =**50%. При превышении на 30% тока двигателя его заданного номинального тока **I1** должно происходить аварийное отключение двигателя с появлением на мониторе сообщения **«OL2».** Например, при заданном номинальном токе **I1**=0,42А аварийное отключение двигателя должно происходить при превышении током двигателя уровня **IOL2**=0?42+(0,42·50)/100=0,63А. При необходимости изменения тока **I2** кнопкой « ◄ » вызовите мигание нужного разряда на мониторе и кнопкой

« ▲ » установите требуемую цифру (от 0 до 9). Установленное число (от 0 до 99) запишите в память монитора и перейдите к заданию следующего параметра. Для этого нажмите кнопку « Р ».

10.4.2. На мониторе отобразится надпись **«I370»,** означающая, что задан ток недогрузки **I3=**70%. При уменьшении тока, например, в фазе «А» двигателя в результате ее обрыва, до уровня 70% от заданного номинального тока **I1** должно происходить его аварийное отключение с появлением на мониторе сообщения **«А.OL3».** Например, при заданном номинальном токе **I1**=0,42А и обрыве фазы «А» двигателя его аварийное отключение должно происходить при уменьшении тока двигателя ниже уровня **IOL**=(0,42·70)/100=0,29А. При необходимости изменения тока **I3** кнопкой « ◄ » вызовите мигание нужного разряда на мониторе кнопкой « ▲ » установите требуемую цифру (от 0 до 9). Установленное число (от 0 до 99) запишите в память монитора и перейдите к заданию следующего параметра. Для этого нажмите кнопку « Р ».

10.4.3. На мониторе отобразится надпись **«t010»,** означающая, что задано время **t0**=10с, необходимое для остановки (выбега) двигателя после подачи команды на его реверсирование. При подаче команды на реверс двигателя она должна начать выполнятся спустя заданное время **t0**. При необходимости изменения времени **t0** кнопкой « ◄ » вызовите мигание нужного разряда на мониторе и кнопкой « ▲ » установите требуемую цифру (от 0 до 9). Установленное число (от 0 до 99) запишите в память монитора и перейдите к заданию следующего параметра. Для этого нажмите кнопку « Р ».

10.4.4. На мониторе отобразится надпись **«t103»,** означающая, что задано время **t1**=3с. При превышении тока двигателя его четырехкратного заданного номинального тока **I1** продолжительностью более 3 секунд должно происходить аварийное отключение двигателя с появлением на мониторе сообщения **«OL1».** Например, при заданном номинальном токе двигателя **I1**=0,42А и реальном токе двигателя превышающем значение **IOL1**=4·0,42=1,64А через 3 секунды должно происходить аварийное отключение двигателя. При необходимости изменения времени **t1** кнопкой «◄ » вызовите мигание нужного разряда на мониторе и кнопкой « ▲ » установите требуемую цифру (от 0 до 9). Установленное число (от 0 до 99) запишите в память монитора и перейдите к заданию следующего параметра. Для этого нажмите кнопку « Р ».

10.4.5. На мониторе отобразится надпись **«t205»,** означающая. Что задано время **t2**=05с. При перегрузке двигателя типа **«OL2»** его аварийное отключение должно происходить спустя время **t2**=5с. При необходимости изменения времени **t2** кнопкой « ◄ » вызовите мигание нужного разряда на мониторе и кнопкой « ▲ » установите требуемую цифру (от 0 до 9). Установленное число (от 0 до 99) запишите в память монитора и перейдите к заданию следующего параметра. Для этого нажмите кнопку « Р ».

10.4.6. На мониторе отобразится надпись **«t305»,** означающая, что задано время **t3**=5с. При недогрузке (обрыве фазы) двигателя типа **«OL3»** его аварийное отключение должно происходить спустя время **t3**=5с. При необходимости изменения времени **t3** кнопкой « ◄ » вызовите мигание нужного разряда на мониторе и кнопкой « ▲ » установите требуемую цифру (от 0 до 9). Установленное число (от 0 до 99) запишите в память монитора и перейдите к заданию следующего параметра. Для этого нажмите кнопку «Р ».

10.5. Вернитесь в **основное меню.** Для этого нажмите кнопку « □ ». На мониторе блока должна отобразится надпись **«А.000».**

11. Нажмите и отпустите кнопку « ◄ » на мониторе блока А17. Загорится светодиод около надписи **«ВПЕРЕД».**

12. Нажмите и отпустите кнопку « Р » на мониторе блока А17. Произойдет прямой пуск двигателя М1. Вольтметр Р1.1 покажет напряжение на двигателе М1. На мониторе блока А17 высветится увеличенное в **100** раз текущее значение тока двигателя М1 в выбранной фазе. Для наблюдения значения тока в другой фазе нажмите и отпустите кнопку « ▲ ».

13. Нажмите на кнопку « □ » монитора блока А17.

14. Вновь осуществите прямой пуск двигателя М1.

15. Нажимая кнопку « ◄ » на мониторе блока А33, добейтесь загорания светодиода около надписи **«НАЗАД»**.

16. Нажмите и отпустите кнопку « Р » на мониторе блока А17. Двигатель М1 должен отключится от сети и через время **t0=**10c должен произойти его прямой пуск в обратном направлении.

17. Нажимая кнопку « ◄ » добейтесь загорания светодиода около надписи **«СТОП».**

18. Осуществите остановку двигателя М1 нажатием на кнопку « Р » монитора блока А17.

19. По завершении эксперимента отключите нажатием на кнопку «красный гриб» трехфазный источник питания G2 и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите виды защит асинхронного двигателя
2. Какие виды защит может реализовывать микропроцессорный блок

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей -

6-е издание. - Новосибирск: Сиб.унив.изд-во, 2007.

2. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок – Сп-б: Издательство ДЕАН, 2014.

3. Правила устройства электроустановок. -7-е издание. Дополненное с исправлениями – Ч.:ООО «Центр безопасности труда» ,2007 -848с..